



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer:

AT 392 173 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2533/88

(51) Int.Cl.⁵ : H01Q 21/29
H01Q 21/30

(22) Anmeldetag: 13.10.1988

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1990

(45) Ausgabetag: 11. 2.1991

(56) Entgegenhaltungen:

DE-AS1239745 DE-AS1059980 US-PS2619596
HAM-RADIO-MAGAZINE (GREENVILLE, NH), MAY 1988,
PP 74-78 "A SHORTEND 40-METER FOUR ELEMENT
SLOPING DIPOLE ARRAY"
THE ARRL ANTENNA BOOK, 13TH ED., (NEWINGTON, CT),
CHAPTER 8, PP 200,201

(73) Patentinhaber:

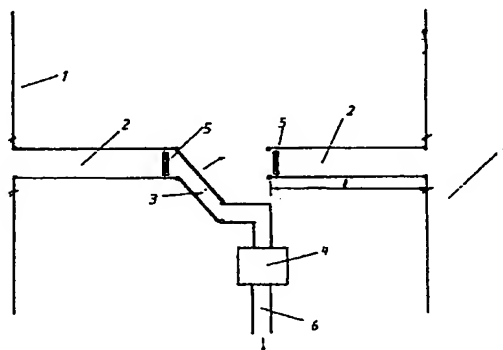
WEIGL JÜRGEN A.
A-8053 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

WEIGL JÜRGEN ANTON
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) MEHRBANDRICHTANTENNE MIT SCHALTBARER STRAHLRICHTUNG

(57) Mit der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, schaltbare Richtantennen mit mehreren Elementen (1) für zwei oder mehr Frequenzbereiche aufzubauen, bei denen die Verbindungsleitung (2) zu einem zentralen Richtungsschalter (3) bei nicht gespeisten Elementen eine Verstimmung der Elementresonanz ergibt, sodaß damit nicht erregte Elemente als strahlungsgekoppelte Parasitärstrahler auf mehreren Frequenzbereichen arbeiten können. Um dies zu erreichen, wird in die Verbindungsleitung (2) Element-Richtungsschalter eine Reaktanz (5) derart eingebracht, daß die Verbindungsleitung (2) in Verbindung mit dieser Reaktanz (5) im Speisepunkt nicht direkt gespeister Elemente die für den Parasitärbetrieb notwendige Blindlast ergibt. Hierzu muß die Transformation der eingebrachten Reaktanz (5) über die Verbindungsleitung (2) Element-Richtungsschalter die notwendige Blindlast bei allen Betriebsfrequenzen ergeben. Dies kann sowohl durch eine Reaktanz am offenen Ende direkt beim Richtungsschalter oder durch Einfügen der Reaktanz entlang der Leitung, in einer im Verhältnis zur Betriebswellenlänge zu berücksichtigenden Entfernung vom Richtungsschalter (3) erfolgen.



AT 392 173 B

Die Erfindung bezieht sich auf schaltbare Richtantennen für mindestens zwei unterschiedliche Frequenzbereiche gleichermaßen wirksam, bestehend aus zwei oder mehr, mittels an sich bekannter Methoden zum Betrieb auf mehreren Frequenzbereichen geeigneten Elementen mit jeweils einer Verbindungsleitung zu einem Richtungsschalter, von denen mindestens ein Element als direkt gespeister Strahler arbeitet, während gleichzeitig restliche Elemente als strahlungsgekoppelte Parasitärstrahler verwendet werden, wobei einzelne Elemente durch den Richtungsschalter von einem gespeisten Element in ein Parasitärelement umgewandelt werden können und wobei die Verbindungsleitung Antenne-Richtungsschalter zur geeigneten Verstimmung nicht gespeister Elemente zum Parasitärbetrieb beiträgt.

Bei solchen Antennen wird durch den Richtungsschalter mindestens ein im folgenden als Element bezeichnetes Antennenelement direkt gespeist. An den nicht gespeisten Antennenklemmen der restlichen Elemente liegt nun, zum Antenneneingang parallel die Verbindungsleitung Antenne-Richtungsschalter. Dieses Leitungsstück arbeitet nun als die Resonanzfrequenz beeinflussende Stichleitung. Durch geeignete Wahl der Länge der Verbindungsleitung können somit nicht gespeiste Elemente als strahlungsgekoppelte Parasitärstrahler betrieben werden. Somit ergibt sich eine Richtwirkung der Gesamtantenne, wobei durch Auswahl der gespeisten Elemente und dabei gleichzeitig erfolgter Umwandlung nicht gespeister Elemente in strahlungsgekoppelte Parasitärelemente, wobei die notwendige Verschiebung der Resonanzfrequenz dieser Elemente durch die Verbindungsleitung erfolgt, durch den Richtungsschalter die Strahlrichtung bestimmt wird.

Solche Antennen lassen sich vorzugsweise für niedrige Frequenzen, bei denen mechanisch drehbare Antennen kaum mehr möglich sind, billig aufbauen. Hinzu kommt der Vorteil einer raschen Richtungsänderung gegenüber mechanisch drehbaren Richtantennen. Solche Antennen können z. B. auch von einem einzelnen Mast abgespannt werden und sich beispielsweise aus Ham-Radio-Magazine, May 1988, pp 74 - 78, "A shortend 40-meter four element sloping dipole array" bekannt.

Bei derartigen Antennen fehlt bisher allerdings die Möglichkeit, sie auf mehreren unabhängigen Frequenzbereichen als Richtantennen in der beschriebenen Weise zu verwenden. Zwar lassen sich die einzelnen Elemente mittels bekannter Methoden, etwa durch Verwendung geeigneter Sperrkreise, oder beispielsweise nach der DE-AS 1059980 durch Aufbau aus mehreren verschiedenen langen Dipolstrahlern, welche über frequenzabhängige Koppelemente mit einem gemeinsamen Paar von Anschlußklemmen verbunden sind, wobei die zugehörigen Strahlungsursprünge wenigstens in Annäherung zusammenfallen oder auch durch Verwendung geeigneter Frequenzweichen, beispielsweise nach der DE-AS 1 239 745, so auslegen, daß sie auf mehreren unabhängigen Frequenzen oder einem breiten Frequenzband in Resonanz sind und als direkt gespeistes Element betrieben werden können, der Betrieb der nicht gespeisten Elemente als strahlungsgekoppelte Parasitärstrahler mittels Umwandlung der Verbindungsleitung Element-Richtungsschalter in eine, die Elementresonanz geeignet verstimmende Stichleitung ist bisher jedoch nur für eine Betriebsfrequenz möglich.

Die in der US-PS 2 619 596 beschriebene Multiband-Antenne, die den Betrieb auf mehreren unabhängigen Frequenzen ermöglicht, wobei die Verbindungsleitung der Antennenelemente wesentlich zur Erreichung des gewünschten Strahlungsdiagrammes beiträgt, erreicht ebenso in ihrer ursprünglichen Ausführung nur das Strahlungsdiagramm eines einfachen Dipols und somit kein - durch Parasitärelemente erzielbares - Vor/Rückverhältnis. Durch Hinzufügen von Parasitärelementen kann, wie in der US-PS 2 619 596 auch angeführt wird, zwar eine Richtwirkung erzielt werden, jedoch muß für jeden verwendeten Frequenzbereich ein eigenes Parasitärelement hinzugefügt werden. Darüberhinaus ist eine derartige Antenne wiederum nur mechanisch drehbar.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, den Betrieb solcher Richtantennen auf mehreren Frequenzbereichen ("Mehrband-Richtantenne") zu ermöglichen, ohne dabei einen wesentlich höheren Schaltungsaufwand in Kauf nehmen zu müssen.

Diese Aufgabe wird durch Mehrbandrichtantennen, bei denen die Verbindungsleitung Antennen-Richtungsschalter nicht direkt gespeister Elemente in Verbindung mit einer, aus einem oder mehreren Schaltelementen aufgebauten Reaktanz, beispielsweise einer parallel liegenden Induktivität oder Kapazität, die notwendige Verstimmung dieser Antennenelemente zum Parasitärbetrieb auf mehreren Frequenzbereichen ergibt, gelöst.

Mit der Erfindung wird vorgeschlagen, durch Einfügen einer geeignet gewählten Reaktanz in die Verbindungsleitung diese zu einer, die Antennenelemente zum Parasitärbetrieb geeignet verstimmenden Stichleitung aufzubauen. Diese Reaktanz kann im einfachsten Fall aus einer Induktivität oder Kapazität bestehen, die an einer Stelle zwischen die beiden Leiter der Verbindungsleitung eingefügt wird. Damit ergibt sich die Möglichkeit die notwendige Verstimmung der strahlungsgekoppelten Elemente zum Parasitärbetrieb auf mindestens zwei unabhängigen Frequenzbereichen zu erzielen. Hierbei ergibt die Transformation der Reaktanz (X) entlang der Leitung mit der Länge (l) und dem Wellenwiderstand (Z_w) bei diesen Frequenzbereichen die notwendige Blindlast im Speisepunkt für Parasitärbetrieb der strahlungsgekoppelten Elemente.

Üblicherweise wird die Reaktanz direkt beim Richtungsschalter eingefügt werden. Eine weitere Möglichkeit, Mehrbandbetrieb für beschriebene Richtantennen zu erzielen, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktanz in einer, im Verhältnis zur Betriebswellenlänge zu berücksichtigenden Entfernung (l_1) vom Richtungsschalter in die Verbindungsleitung eingefügt wird. Zur Ermittlung der Werte für die Länge der Verbindungsleitung und der notwendigen Reaktanz geht man vorteilhafter Weise so vor, daß die notwendige Induktivität bzw. Kapazität zur

Erzielung der im Antennenspeisepunkt zum Parasitärbetrieb nötigen Blindlast in Abhängigkeit der Länge der Verbindungsleitung für beide Arbeitsfrequenzen (f_1) und (f_2) ermittelt wird. Die Schnittpunkte der dadurch beschriebenen Kurven ergeben die Lösungsmöglichkeiten für Mehrbandbetrieb. Es können dabei bei direkt beim Richtungsschalter eingefügten Schaltelementen sowohl für die Länge (1) der Verbindungsleitung als auch für die Reaktanz schwer zu realisierende Werte auftreten. In diesem Fall kann das Einfügen der Reaktanz in einer, im Verhältnis zur Betriebswellenlänge zu berücksichtigenden Entfernung (11) vom Richtungsschalter eine realisierbare Lösungsmöglichkeit ergeben.

Eine mögliche Ausführung der Antennenelemente für Mehrbandbetrieb ist dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Elemente in an sich bekannter Weise aus Mehrbandantennen mit Resonanzkreisen oder Verlängerungsspulen bestehen.

Dabei handelt es sich um frequenzabhängige Isolatoren, die bei ihrer Resonanzfrequenz hohe Widerstände bilden und somit die nachfolgenden Antennenteile absperren (sog. "Sperrkreise"). Damit ist es möglich, Dipolelemente zu bilden, die bei mehreren Frequenzen in Resonanz sind. Es können somit, gegenüber anderen Mehrbereichsantennen, mit einem einzigen Dipol mehrere Frequenzbereiche benutzt werden. Gleichzeitig kommt es für die niedrigeren Arbeitsfrequenzen, bei denen der induktive Anteil der Sperrkreise zum Tragen kommt, zu einer vorteilhaften Verkürzung der Elementlänge.

Werden Elemente für besonders große Wellenlängen benötigt, so ist es oft zweckmäßig, stark verkürzte Elemente mit Verlängerungsspulen aufzubauen. Je näher diese Spule zum Strombauch der Antenne gerückt wird, desto größer ist ihre verkürzende Wirkung. Es läßt sich nun ein Punkt auf dem Antennenleiter finden, an dem eine dort eingeschaltete Spule sich gerade so auswirkt, daß der Strahler bei zwei Frequenzen resonant ist. Dazu muß das Verhältnis der beiden Frequenzen genügend hoch sein, sodaß für die höhere Frequenz die Verlängerungsspule einen genügend hohen Blindwiderstand darstellt und somit, ähnlich einem Sperrkreis die äußeren Antennenelemente für diese Frequenz absperrt. Bei der niedrigeren Frequenz bringt hingegen die Verlängerungsspule die Gesamtantenne in Resonanz.

Oft sind Richtantennen mit bestimmter Polarisierung notwendig. In solchen Fällen erweisen sich beschriebene Richtantennen, bei denen die Elemente in an sich bekannter Weise von einem allen oder zumindest mehreren Elementen gemeinsamen Punkt ausgehen, als besonders vorteilhaft.

So werden beispielsweise im Mittel- und Kurzwellenbereich oft Antennen mit vertikaler Polarisierung verlangt, da sich niedrige Abstrahlwinkel mit Vertikalstrahlern oft leichter und kostengünstiger erreichen lassen als mit Horizontalstrahlern. Niedrige Abstrahlwinkel erfordern bei Horizontalstrahlern oft sehr hohe Aufbauhöhen und ergeben damit starke mechanische Probleme. Ein besonders vorteilhafter Aufbau für die beschriebene Richtantenne ist daher gegeben, wenn beispielsweise die einzelnen Elemente von einem gemeinsamen Punkt ausgehen. Dies kann beispielsweise durch einen zentralen Mast von dem die einzelnen Elemente, die beispielsweise aus Mehrbanddipolen mit Resonanzkreisen bestehen, ausgehen, verwirklicht werden. Obwohl die Dipole bei einer derartigen Anordnung nicht mehr genau vertikal verlaufen, erfolgt die Abstrahlung zum Großteil vertikal polarisiert und ermöglicht damit, wie oben angeführt, relativ niedrige Abstrahlwinkel bei großen Betriebswellenlängen. Aus ähnlichen Gründen kann ein gleichartiger Aufbau bei anderen Frequenzbereichen und anders geforderter Polarisierung erforderlich sein.

Zur Erläuterung der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnung Ausführungsbeispiele beschrieben:

Es zeigt Fig. 1 eine Zwei-Element-Richtantenne mit parallelen Elementen und Reaktanz am offenen Ende der Verbindungsleitung.

Fig. 2 zeigt die Ausführung einer Verbindungsleitung wobei die Reaktanz in einer, im Verhältnis zur Betriebswellenlänge zu berücksichtigenden Entfernung (11) vom Richtungsschalter in die Verbindungsleitung eingefügt wird.

Fig. 3 zeigt eine Dreielement-Richtantenne mit gemeinsamen Abspannpunkt.

Fig. 4 zeigt als Detail (2) zu Fig. 3: Ausführung der Verbindungsleitung Element-Richtungsschalter.

Fig. 5 zeigt als Detail (3) zu Fig. 3, Ausführungsbeispiel für einen Richtungsschalter.

Fig. 1 ist als erstes Ausführungsbeispiel eine Antenne bestehend aus zwei dipolförmigen Elementen (1) dargestellt, die über die Verbindungsleitung (2) mit der Länge (1) wahlweise über den Richtungsschalter (3) zum Anpaßglied (4) an die Leitung (6) zum Sender/Empfänger weitergeschaltet werden. Am Ende der Verbindungsleitung befindet sich bei den Kontaktklemmen des Richtungsschalters (3) die Reaktanz (5). Bei der nicht benutzten Antenne liegt nun über die Leitung (2) die entlang dieser Leitung transformierte Reaktanz (5) im Speisepunkt der Antenne parallel zur Eingangsimpedanz der Antenne. Dies ergibt nun bei beiden Arbeitsfrequenzen eine Blindlast, die das nicht benutzte Element so verstimmt, daß es als strahlungsgekoppelter Parasitärstrahler arbeitet.

Zur Ermittlung der Werte für die Länge der Leitung (2) und der Reaktanz (5) geht man vorteilhafterweise so vor, daß die notwendige Induktivität bzw. Kapazität zur Erzielung der im Speisepunkt der Antenne zum Parasitärbetrieb nötigen Blindlast in Abhängigkeit der Länge (1) der Verbindungsleitung für beide Frequenzen (f_1) und (f_2) ermittelt wird. Die Schnittpunkte der dadurch beschriebenen Kurven ergeben die Lösungsmöglichkeit für Mehrbandbetrieb.

Durch Einfügen weiterer Reaktanzen in die Verbindungsleitung kann darüberhinaus ein Betrieb auf mehr als zwei Frequenzbereichen erzielt werden.

Fig. 2 zeigt eine weitere Möglichkeit, die notwendige Blindlast auf mehreren Frequenzbereichen zu erhalten. Nicht direkt gespeiste Elemente liegen dabei analog zu Fig. 1 beim Richtungsschalter an offenen Klemmen (Leerlauf). In die Verbindungsleitung (2) wird in einer, im Verhältnis zur Betriebswellenlänge zur berücksichtigenden Entfernung (11) vom Richtungsschalter eine Reaktanz (5) parallel zur Leitung eingefügt.

Im einfachsten Fall stellt die Transformation des Leerlaufs beim Richtungsschalter über die Länge (11) bei der Arbeitsfrequenz (f_1) beim Anschlußpunkt der Reaktanz (5) einen Kurzschluß dar. Die anschließende Länge (12) (Reaktanz-Speisepunkt) ist somit durch die Transformation dieses Kurzschlusses in die notwendige Blindlast im Speisepunkt des Parasitärstrahlers vorgegeben. Die Reaktanz (5) wird dabei wie folgt ermittelt: der Leerlauf beim Richtungsschalter transformiert sich bei der Frequenz (f_2) über die Leitungslänge (11) zu einer Reaktanz (X'), die nun parallel zur Reaktanz (5) liegt. Da diese Parallelschaltung über die Transformation entlang der Leitungslänge (12) bei der Frequenz (f_2) den notwendigen Wert der Blindlast für Parasitärebetrieb ergeben muß, ist somit die Reaktanz (5) eindeutig bestimmbar. Wird die Reaktanz (5) durch eine Zusammenschaltung einer Kapazität und einer Induktivität realisiert, so ergibt sich die Möglichkeit, die notwendige Blindlast für Parasitärebetrieb bei drei Frequenzbereichen (f_1), (f_2) und (f_3) zu erzielen. Hierzu wird bei der dritten Frequenz (f_3) analog zu (f_2) die notwendige Reaktanz (5) ermittelt. Aus den beiden so gewonnenen Werten für die Reaktanz lassen sich Kapazität und Induktivität berechnen.

Zur Erzielung realisierbarer Werte kann es dabei günstig sein, die einzelnen Leitungslängen die durch die Frequenz (f_1) festgelegt sind, um halbe Wellenlängen (bezogen auf die Frequenz (f_1)) zu verlängern, da dies keine Änderung der Transformationsverhältnisse für die Frequenz (f_1) bedeutet.

Die Anordnung ist jedoch nicht darauf beschränkt, daß das Leitungsstück (11) (Klemmen Richtungsschalter-Reaktanz (5)) bei einer der Betriebsfrequenzen einen Kurzschluß liefert, sondern das Leitungsstück (11) kann ebenso einen von der Betriebswellenlänge abhängigen Blindanteil, der der Reaktanz (5) parallel liegt, liefern. Ebenso könnten die Klemmen nicht direkt gespeister Elemente am Richtungsschalter, durch geeigneten Aufbau dieses Schalters, durch diesen kurzgeschlossen werden. In diesem Fall würden die oben beschriebenen Verhältnisse eines Leerlaufs am Richtungsschalter durch einen Kurzschluß entsprechend ersetzt.

Ein besonders vorteilhafter Aufbau ist schematisch in Fig. 3 gezeigt. Hier werden beispielsweise drei Mehrband-Dipole (1) mit Resonanzkreisen (7) von einem gemeinsamen Mast (8) abgespannt. Die Verbindungsleitungen (2) stellen die Verbindung Element (1) - Richtungsschalter (3) dar, wobei ein Anpaßglied (4) den Anschluß des gespeisten Elementes an die zum Sender/Empfänger führende Leitung (6) ermöglicht.

Fig. 4 stellt eine mögliche Lösung zur Erzielung der notwendigen Blindlast im Speisepunkt der Antenne dar; ist das Element nicht über den Richtungsschalter (3) selbst gespeist, so besteht an den Klemmen ein Leerlauf und die nicht gespeisten Elemente arbeiten, wie bereits zu Fig. 1 ausgeführt wurde, als Parasitärstrahler. Ebenso wäre jedoch auch eine Ausführung der Verbindungsleitung nach Fig. 2 möglich.

Fig. 5 zeigt schließlich eine mögliche Ausführungsform des Richtungsschalters (3), wobei die einzelnen Elemente an die Klemmenpaare (A1), (A2), (A3) angeschlossen werden. Die Steuerung der Strahlrichtung erfolgt somit durch Auswahl des gespeisten Elementes über die beiden Relais (K1) und (K2).

Selbstverständlich handelt es sich bei den vorgenannten Ausführungsbeispielen nur um beispielhafte Gestaltungen, die für den jeweiligen Anwendungsfall optimalen Werte sind durch Berechnung und Versuch zu ermitteln. Insbesondere die Ausgestaltung des Richtungsschalters eröffnet mehrere Möglichkeiten. So kann der Richtungsschalter beispielsweise so aufgebaut sein, daß er einerseits das direkt gespeiste Element mit der Leitung (6) zum Sender/Empfänger verbindet, während gleichzeitig die Verbindungsleitungen (2) nicht direkt gespeister Elemente an den Anschlußklemmen des Richtungsschalters durch diesen kurzgeschlossen werden, wie dies oben als Ausführungsbeispiel zu Fig. 2 beschrieben wurde.

Außer der Auslegung der Richtantenne für zwei Frequenzbereiche kann, wie auch zu Fig. 2 gezeigt, durch Hinzufügen weiterer Reaktanzen bzw. Bemessung der entsprechenden Leitungslängen eine Verstimmung nicht gespeister Elemente auch bei mehr als zwei Frequenzbereichen erfolgen.

Die Erfindung ist nicht auf eine bestimmte Anzahl einzelner Elemente beschränkt, ebenso können die beschriebenen Richtantennen als Gruppen aufgebaut werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltbare Richtantennen für mindestens zwei unterschiedliche Frequenzbereiche gleichermaßen wirksam, bestehend aus zwei oder mehr, mittels an sich bekannter Methoden zum Betrieb auf mehreren Frequenzbereichen geeigneten Elementen mit jeweils einer Verbindungsleitung zu einem Richtungsschalter, von denen mindestens

AT 392 173 B

- ein Element als direkt gespeister Strahler arbeitet, während gleichzeitig restliche Elemente als strahlungsgekoppelte Parasitärstrahler verwendet werden, wobei einzelne Elemente durch den Richtungsschalter von einem gespeisten Element in ein Parasitärelement umgewandelt werden können und wobei die Verbindungsleitung Antenne-Richtungsschalter zur geeigneten Verstimmung nicht gespeister Elemente zum Parasitärbetrieb beiträgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitung (2) Antenne-Richtungsschalter nicht direkt gespeister Elemente in Verbindung mit einer, aus einem oder mehreren Schaltelementen aufgebauten Reaktanz (5), beispielsweise einer parallel liegenden Induktivität oder Kapazität, die notwendige Verstimmung dieser Antennenelemente zum Parasitärbetrieb auf mehreren Frequenzbereichen ergibt.
- 5
- 10 2. Richtantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktanz (5) in einer, im Verhältnis zur Betriebswellenlänge zu berücksichtigenden Entfernung (11) vom Richtungsschalter (3) in die Verbindungsleitung (2) eingefügt wird (Fig. 2).
- 15 3. Richtantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Elemente (1) in an sich bekannter Weise aus Mehrbandantennen mit Resonanzkreisen (7) oder Verlängerungsspulen bestehen.
4. Richtantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Elemente (1) in an sich bekannter Weise von einem allen oder zumindest mehreren Elementen gemeinsamen Punkt ausgehen (Fig. 3).

20

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

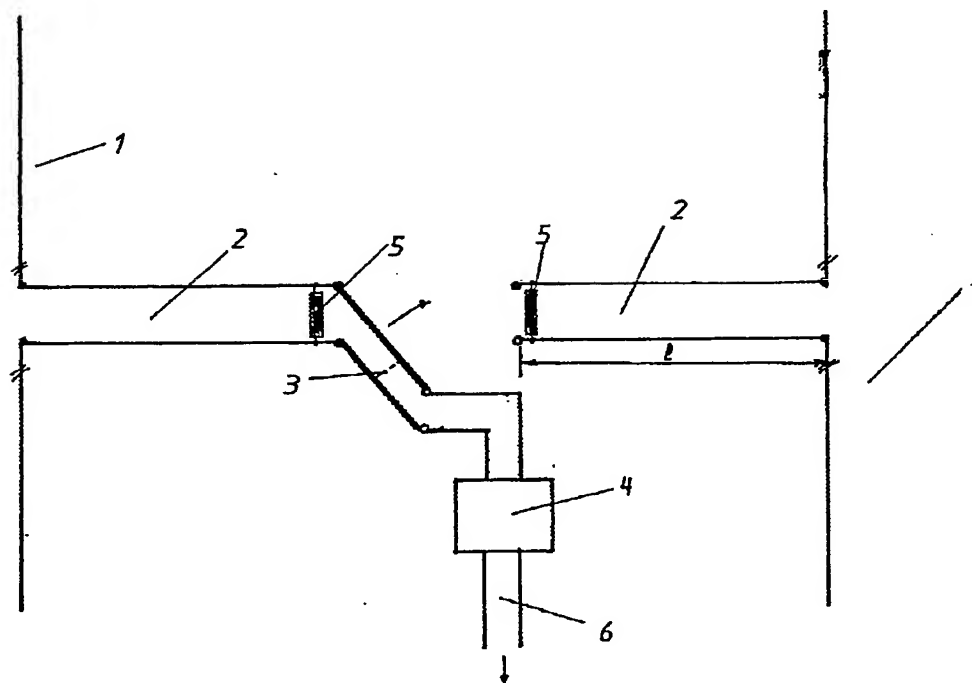


Fig. 2

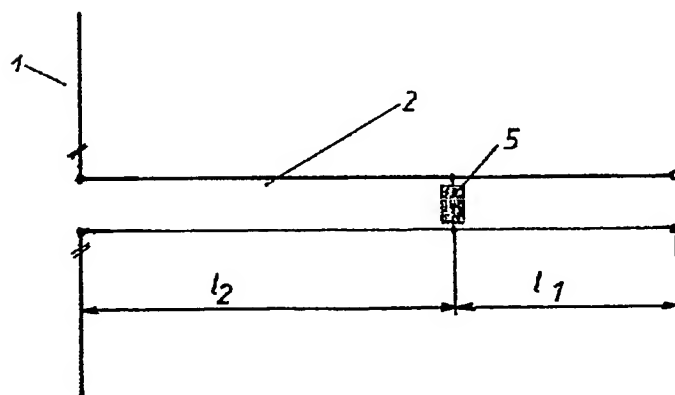


Fig. 3

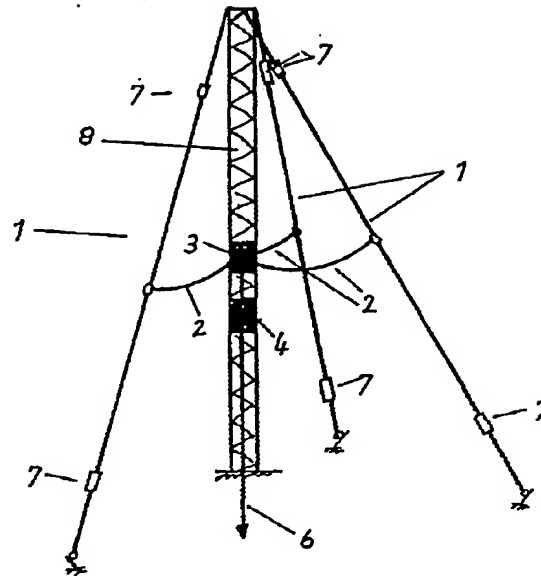


Fig. 4

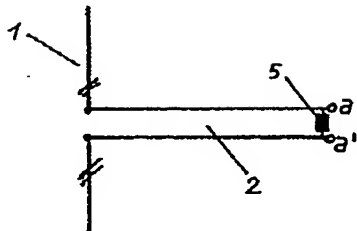
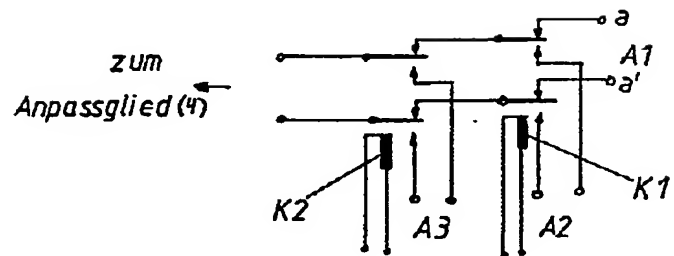


Fig. 5



THIS PAGE BLANK (USPTO)